

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

# 3  
03.29.02

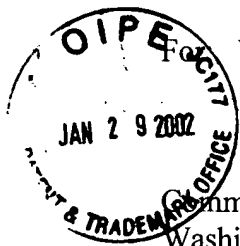
In re application of: **Yoshio TAKEUCHI, et al.**

Serial No.: **09/988,732**

Group Art Unit No.: **2661**

Filed: **November 20, 2001**

P.T.O. Confirmation No.: **8948**



**WIRELESS PACKET COMMUNICATION SYSTEM AND BASE STATION**

**CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. 119**

Commissioner for Patents  
Washington, D.C. 20231

**RECEIVED**

January 29, 2002

**JAN 31 2002**

**Technology Center 2600**

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application is hereby requested for the above-identified application, and the priority provided in 35 U.S.C. 119 is hereby claimed:

**Japanese Appln. No. 2000-368610, filed December 4, 2000**

In support of this claim, the requisite certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of these applications be marked to indicate that the applicants have complied with the requirements of 35 U.S.C. 119 and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of said certified copy.

In the event that any fees are due in connection with this paper, please charge our Deposit Account No. 01-2340.

Respectfully Submitted,

**ARMSTRONG, WESTERMAN & HATTORI, LLP**

William L. Brooks  
Reg. No. 34,129

WLB/ll  
Atty. Docket No. **011505**  
Suite 1000, 1725 K Street, N.W.  
Washington, D.C. 20006  
(202) 659-2930



**23850**

**PATENT TRADEMARK OFFICE**



日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年12月 4日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-368610

出 願 人

Applicant(s):

ケイディーディーアイ株式会社

RECEIVED

JAN 31 2002

Technology Center 2600

CERTIFIED COPY OF  
PRIORITY DOCUMENT

2001年10月 1日

特 許 庁 長 官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

及 川 耕 造

出証番号 出証特2001-3089653

【書類名】 特許願

【整理番号】 P-8538

【提出日】 平成12年12月 4日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H04B 7/26

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県上福岡市大原二丁目1番15号 株式会社ケイデ  
                                ィディ研究所内

    【氏名】 武内 良男

【発明者】

    【住所又は居所】 埼玉県上福岡市大原二丁目1番15号 株式会社ケイデ  
                                ィディ研究所内

    【氏名】 山口 明

【特許出願人】

    【識別番号】 000208891

    【氏名又は名称】 株式会社ディーディーアイ

【代理人】

    【識別番号】 100074930

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 山本 恵一

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 001742

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

    【包括委任状番号】 0016646

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 無線パケット通信システム及び基地局

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基地局と複数の移動機  $i$  ( $i = 1 \sim N$ ) とを有する無線パケット通信システムにおいて、

前記移動機  $i$  は、ダウンリンクで受信可能な伝送レート  $DRC_i(n)$  を示す情報、又は伝送レート  $DRC_i(n)$  自体又は伝送レート  $DRC_i(n)$  を導出可能な情報を、スロット毎に基地局に通知し、

前記基地局は、送信可能なスロット毎に全ての移動機  $i$  について  $R_i(n)$  を次式又は次式と等価な式

【数 1】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

$r_i(n)$  : 移動機  $i$  に対するスロット  $n$  における伝送レート

$t_c$  : 時定数

$f()$  : 任意の関数、但し  $f(x) \neq C \cdot x$

で計算し、

更に、全ての移動機  $i$  についてスロット  $n$  における評価関数

【数 2】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

を計算し、

$Fi(n)$  が最大となる移動機  $m$  を決定し、

当該移動機  $m$  が受信可能な伝送レートである  $DRC_m(n)$  の伝送レートのパケットを基地局からのダウンリンクで当該移動機  $m$  宛てに送信することの特徴とする無線パケット通信システム。

【請求項 2】 前記移動機  $i$  が受信可能な伝送レート  $DRC_i(n)$  が常に一定の値  $x$  であると想定したときの移動機の相対スループットの目標値が  $S(x)$  であるときに、

前記  $R_i(n)$  の計算式

【数 3】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として次式又は次式と等価な式

【数 4】

$$f(x) = \frac{C \cdot x^2}{S(x)} \quad (C \text{ は任意の定数})$$

を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 3】 前記  $R_i(n)$  の計算式

【数 5】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として次式又は次式と等価な式

【数 6】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} h_k(x)}{\sum_{j=1}^{N_1} g_j(x)} \quad (g_j(x), h_k(x) \text{ は任意の関数})$$

を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 4】 前記  $R_i(n)$  の計算式

【数 7】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として次式又は次式と等価な式

【数 8】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} c_k \cdot x^{d_k}}{\sum_{j=1}^{N_1} a_j \cdot x^{b_j}} \quad (a_j, b_j, c_k, d_k \text{ は任意の定数})$$

を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 5】 前記関数

【数 9】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} c_k \cdot x^{d_k}}{\sum_{j=1}^{N_1} a_j \cdot x^{b_j}}$$

内の定数として、

$$N_1 = 2, \quad b_1 = 0, \quad b_2 = 1, \quad N_2 = 1, \quad d_1 = 2$$

を用いることを特徴とする請求項 4 に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 6】 前記関数

【数 10】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} c_k \cdot x^{d_k}}{\sum_{j=1}^{N_1} a_j \cdot x^{b_j}}$$

内の定数として、

$$N_1 = 1, \quad b_1 = 0, \quad N_2 = 1, \quad d_1 \neq 1$$

を用いることを特徴とする請求項 4 に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 7】 前記関数

【数 11】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} c_k \cdot x^{d_k}}{\sum_{j=1}^{N_1} a_j \cdot x^{b_j}}$$

内の定数として、

$$N_1 = 2, \quad b_1 = 0, \quad b_2 = 1, \quad N_2 = 1, \quad d_1 = 1$$

を用いることを特徴とする請求項 4 に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 8】 前記複数の移動機をあらかじめ複数のクラス [1] ～ [M] に分別し、前記  $R_i(n)$  の計算式

【数 1 2】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として、クラス [k] ( $k = 1 \sim M$ ) の移動機に対して  $f_k(x)$  を用いることを特徴とする請求項 1 に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 9】 前記関数  $f_k(x)$  ( $k = 1 \sim M$ ) として、

【数 1 3】

$$f_2(x) = \frac{1}{A_2} \cdot f_1(x)$$

$$f_3(x) = \frac{1}{A_3} \cdot f_1(x)$$

:

$$f_M(x) = \frac{1}{A_M} \cdot f_1(x)$$

の関係にある  $f_k(x)$  を用いることを特徴とする請求項 8 に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 10】 移動機の位置、移動機－基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角、移動速度又はそれらの任意の組み合わせを検出し、

検出した該移動機位置、移動機－基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角、移動速度又はそれらの任意の組み合わせに応じた関数を、当該移動機についての前記  $R_i(n)$  の計算式

【数 1 4】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として用いることを特徴とする請求項 1 に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 1 1】 通信負荷、日時、気象状態、交通状況又はそれらの任意の組み合わせに応じた関数を前記  $R_i(n)$  の計算式

【数 1 5】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として用いることを特徴とする請求項 1 に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 1 2】 複数の基地局が存在する場合に、基地局毎、キャリア毎又はそれらの組み合わせ毎に選定した関数を前記  $R_i(n)$  の計算式

【数 1 6】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として用いて、各々の基地局において前記  $R_i(n)$  を計算することを特徴とする請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項に記載の無線パケット通信システム。

【請求項 1 3】 請求項 1 から 1 1 のいずれか 1 項に記載の無線パケット通信システム内の基地局において、

前記  $R_i(n)$  及び  $F_i(n)$  を計算し、

$F_i(n)$  が最大となる移動機  $m$  を決定し、

当該移動機  $m$  が受信可能な伝送レートである  $DRC_m(n)$  の伝送レートのパケットをダウンリンクで当該移動機  $m$  宛てに送信することを特徴とする基地局。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】



【発明の属する技術分野】

本発明は、パケット通信を行う無線通信システムに適用される。

【0002】

【従来の技術】

High Data Rate (以後、HDRと略) システムと称される無線パケット通信システムでは、ダウンリンク送信のタイミングを決定する為のスケジューラが定義されており、それを従来技術として説明する。基地局は、配下の移動機  $i$  毎に評価関数  $F_i(n)$  を周期的に更新して、 $F_i(n)$  が最大である移動機に、ダウンリンクの送信を行う (送信タイミングを割り当てる)。ダウンリンク送信が行われると評価関数  $F_i(n)$  は一旦減少した後に、再び増加する。即ち、評価関数  $F_i(n)$  は、大～小の間を交互に行き来して、値が大きい時に、ダウンリンク送信が行われる。評価関数  $F_i(n)$  の例としてProportional Fairness手法が提案されている (出展: Proceeding of IEEE VTC-2000 Spring, "Data Throughput of CDMA-HDR a High Efficiency-High Data Rate Personal Communication Wireless System", A. Jalali, R. Padovani, R. Pankaj 著)。

【0003】

Proportional Fairness手法は、移動機  $i$  の時刻  $n$  における以下の評価関数で示される。

【数 1 7】

$$F_i(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

【数 1 8】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times r_i(n-1) \quad \text{式(1)}$$

$DRC_i(n)$  : 移動機  $i$  のスロット  $n$  における要求レート

$r_i(n)$  : 移動機  $i$  に対するスロット  $n$  における伝送レート

$R_i(n)$  : 移動機  $i$  に対するスロット  $n$  における平均伝送レート (に類する指標)

$t_c$  : 時定数

この式 1 は、移動機  $i$  に割り当てた伝送レートの直近の指数重み付け平均を求める式である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

Proportional Fairness手法は、移動機毎のスループットが移動機からの要求レートに単純に比例するように制御を行なう。従って、Proportional Fairness手法の既存技術では、移動機間の要求レートの違いがそのままスループットの差となって現れ、移動機間のスループット格差を柔軟に調整することはできない。また移動機間の優先度に応じた制御にも対応していない。

【0005】

従って、Proportional Fairness手法を実運用に適用するために、

- ・移動機間で、スループットの格差を制御する機能と
- ・移動機をクラス分けして、クラス毎にスループットの格差を制御する機能と

等を考慮する必要がある。本発明は、Proportional Fairness手法に、これらの機能を追加することにより、実運用を想定した柔軟な運用を行う能力を付加する。

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、基地局と複数の移動機  $i$  ( $i = 1 \sim N$ ) とを有する無線パケット通信システムにおいて、

移動機  $i$  は、ダウンリンクで受信可能な伝送レート  $DRC_i(n)$  を示す情報、又は伝送レート  $DRC_i(n)$  自体又は伝送レート  $DRC_i(n)$  を導出可能な情報を、スロット毎に基地局に通知し、

基地局は、送信可能なスロット毎に全ての移動機  $i$  について  $R_i(n)$  を次式又は次式と等価な式

【数 19】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{T_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{T_c} \times f(r_i(n-1))$$

$r_i(n)$  : 移動機  $i$  に対するスロット  $n$  における伝送レート

$t_c$  : 時定数

$f()$  : 任意の関数、但し  $f(x) \neq C \cdot x$

で計算し、

更に、全ての移動機  $i$  についてスロット  $n$  における評価関数

【数 2 0】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

を計算し、

$Fi(n)$  が最大となる移動機  $m$  を決定し、

当該移動機  $m$  が受信可能な伝送レートである  $DRC_m(n)$  の伝送レートのパケットを基地局からのダウンリンクで当該移動機  $m$  宛てに送信するものである。

この式は、移動機  $i$  に割り当てた伝送レートそのものではなく、伝送レートに相関を持つ何らかの指標について、その直近の指数重み付け移動平均を求める式である。

【0 0 0 7】

本発明の他の実施形態によれば、移動機  $i$  が受信可能な伝送レート  $DRC_i(n)$  が常に一定の値  $x$  であると想定したときの移動機の相対スループットの目標値が  $S(x)$  であるときに、

$R_i(n)$  の計算式

【数 2 1】

$$R_i(n) = \left(1 - \frac{1}{t_c}\right) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として次式又は次式と等価な式

【数 2 2】

$$f(x) = \frac{C \cdot x^2}{S(x)} \quad (C \text{ は任意の定数})$$

を用いることも好ましい。

この  $f(x)$  は、ある伝送レート  $(x)$  が割り当てられたときに、割り当てられた伝送レートの 2 乗を、伝送レートに対して定まる相対スループット目標値で

割った結果に比例する値を、伝送レートに相関を持つ指標として求める関数である。

【0008】

本発明の他の実施形態によれば、 $R_i(n)$ の計算式

【数23】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として次式又は次式と等価な式

【数24】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} h_k(x)}{\sum_{j=1}^{N_1} g_j(x)} \quad (g_j(x), h_k(x) \text{ は任意の関数})$$

を用いることも好ましい。

この  $f(x)$  は、ある伝送レート ( $x$ ) が割り当てられたときに、割り当てられた伝送レートに対して任意の関係を持ついくつかの値の和を、別の任意の関係を持ついくつかの値の和で割った結果の値を、伝送レートに相関を持つ指標として求める関数である。

【0009】

本発明の他の実施形態によれば、 $R_i(n)$ の計算式

【数25】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として次式又は次式と等価な式

【数26】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} c_k \cdot x^{d_k}}{\sum_{j=1}^{N_1} a_j \cdot x^{b_j}} \quad (a_j, b_j, c_k, d_k \text{ は任意の定数})$$

を用いることも好ましい。

この式は、ある伝送レート（ $x$ ）が割り当てられたときに、割り当てられた伝送レートをべき乗して定数をかけて得られる値（べき乗数、定数は任意の値）のいくつかの和を、伝送レートをべき乗して定数をかけて得られる値（べき乗数、定数は別の任意の値）のいくつかの和で割った結果の値を、伝送レートに相関を持つ指標として求める関数である。

【0010】

本発明の他の実施形態によれば、関数

【数27】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} C_k \cdot x^{d_k}}{\sum_{j=1}^{N_1} a_j \cdot x^{b_j}}$$

内の定数として、

$$N_1 = 2, \quad b_1 = 0, \quad b_2 = 1, \quad N_2 = 1, \quad d_1 = 2$$

を用いることも好ましい。

この式は、割り当てられた伝送レート（ $x$ ）に比例する値と一定値との和に比例する値に、相対スループット目標値を設定する式である。

【0011】

本発明の他の実施形態によれば、関数

【数28】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} C_k \cdot x^{d_k}}{\sum_{j=1}^{N_1} a_j \cdot x^{b_j}}$$

内の定数として、

$$N_1 = 1, \quad b_1 = 0, \quad N_2 = 1, \quad d_1 \neq 1$$

を用いることも好ましい。

この式は、伝送レート（ $x$ ）をべき乗した結果に比例する値に、相対スループ

ット目標値を設定する式である。

【0012】

本発明の他の実施形態によれば、関数

【数29】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} c_k \cdot x^{d_k}}{\sum_{j=1}^{N_1} a_j \cdot x^{b_j}}$$

内の定数として、

$$N_1 = 2, \quad b_1 = 0, \quad b_2 = 1, \quad N_2 = 1, \quad d_1 = 1$$

を用いることも好ましい。

この式は、割り当てられた伝送レート（ $x$ ）に比例する値と一定値との和に伝送レートを掛けた結果に比例する値に、相対スループット目標値を設定する式である。

【0013】

本発明の他の実施形態によれば、複数の移動機をあらかじめ複数のクラス[1]～[M]に分別し、 $R_i(n)$ の計算式

【数30】

$$R_i(n) = \left(1 - \frac{1}{t_c}\right) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として、クラス  $[k]$  ( $k = 1 \sim M$ ) の移動機に対して  $f_k(x)$  を用いることも好ましい。

【0014】

本発明の他の実施形態によれば、関数  $f_k(x)$  ( $k = 1 \sim M$ ) として、

【数 3 1】

$$f_2(x) = \frac{1}{A_2} \cdot f_1(x)$$

$$f_3(x) = \frac{1}{A_3} \cdot f_1(x)$$

:

$$f_M(x) = \frac{1}{A_M} \cdot f_1(x)$$

の関係にある  $f_k(x)$  を用いることも好ましい。

この式は、クラス [1] に属する移動機の伝送レートに相関を持つ指標が、クラス [2] に属する移動機の伝送レートに相関を持つ指標の定数倍であることを示す式である。

【0 0 1 5】

本発明の他の実施形態によれば、移動機の位置、移動機－基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角、移動速度又はそれらの任意の組み合わせを検出し、

検出した該移動機位置、移動機－基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角、移動速度又はそれらの任意の組み合わせに応じた関数を、当該移動機についての  $R_i(n)$  の計算式

【数 3 2】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として用いることも好ましい。

【0 0 1 6】

本発明の他の実施形態によれば、通信負荷、日時、気象状態、交通状況又はそれらの任意の組み合わせに応じた関数を  $R_i(n)$  の計算式

【数 3 3】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として用いることも好ましい。

【 0 0 1 7 】

本発明の他の実施形態によれば、複数の基地局が存在する場合に、基地局毎、キャリア毎又はそれらの組み合わせ毎に選定した関数を  $R_i(n)$  の計算式

【数 3 4】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1))$$

における関数  $f()$  として用いて、各々の基地局において  $R_i(n)$  を計算することも好ましい。

【 0 0 1 8 】

本発明の他の実施形態によれば、前述した無線パケット通信システムにおいて

$R_i(n)$  及び  $F_i(n)$  を計算し、

$F_i(n)$  が最大となる移動機  $m$  を決定し、

当該移動機  $m$  が受信可能な伝送レートである  $DRC_m(n)$  の伝送レートのパケットをダウンリンクで当該移動機  $m$  宛てに送信することも好ましい。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

図 1 は、システム構成例を示す。1 は移動機、2 は基地局である。

【 0 0 2 0 】

【実施例 1】

Proportional Fairness 手法の評価関数  $F_i(n)$  を構成する  $R_i(n)$  の式(1)を、式(2)に示すように一般化する。即ち、 $R_i(n)$  算出式中の  $r_i(n-1)$  を、 $r_i(n-1)$  の関数  $f(r_i(n-1))$  に一般化する。式(2)中の関数  $f()$  を様々に定義することにより、無線パケット通信システムの柔軟な運用を実現する。

【 0 0 2 1 】

【数 3 5】

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f(r_i(n-1)) \quad \text{式(2)}$$

尚、この式は、移動機  $i$  に対する伝送レートを関数  $f$  によって変換した値の平



均を求めていることに相当する。

【0022】

以上の式を用いた処理について説明する。処理フロー例を図2に示す。移動機は周期的に（図2の例ではスロット毎に）DRC値（に相当する情報）を基地局（又はネットワーク）へ報告する。基地局（又はネットワーク）は、全ての移動機  $i$  ( $i = 1 \sim N$ ) について、 $R_i(n)$  の値を式(2)により更新する。それらを用いて、全移動機について評価関数

【数36】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

を求める。

【0023】

更に、評価関数  $Fi(n)$  を移動機間で比較を行い、評価関数  $Fi(n)$  が最大値である移動機  $k$  に対して伝送レート  $DRC_k(n)$  でパケットを送信する。これらの手順を、周期的に（図2の例ではスロット毎に）繰り返し実施することにより、各移動機あてのパケットを送信する。尚、評価関数  $Fi(n)$  に関する一連の算出・比較処理は、基地局内で行わずに、ネットワーク内の別装置にデータを転送して行うこともできる。

【0024】

尚、本処理において  $R_i(n)$  の算出に用いる式は、式(2)自体である必要はなく、式(2)と等価な式であればいかなる式であっても構わない。例えば以下のような式は式(2)と等価な式である。

【数37】

$$R_i(n) = \alpha \times R_i(n-1) + (1-\alpha) \times f(r_i(n-1)) : \quad \alpha = 1 - \frac{1}{t_c} \text{に相当}$$

$$R_i(n) = (1 - \frac{1}{t_c}) \times R_i(n-1) + \frac{1}{t_c} \times f_0(r_i(n-1)) + \beta : \quad f_0(r_i(n-1)) = f(r_i(n-1)) - t_c \beta \text{に相当}$$

$$R_i(n) = \alpha \times R_i(n-1) + f_0(r_i(n-1)) : \quad \alpha = 1 - \frac{1}{t_c}, \quad f_0(r_i(n-1)) = \frac{1}{t_c} f(r_i(n-1)) \text{に相当}$$

【0025】

ここで、ある時間の間全ての移動機の状態が変化しないことを想定し、評価関  
数

【数38】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

が、平均的には全移動機で、移動機によらず一定値Cをとると考える。

【数39】

$$\frac{DRC_i(n)}{R_i(n)} = C \quad \text{式(3)}$$

【0026】

移動機毎の  $DRC_i(n)$  が時間的に (nによらず) 一定とみなし、移動機毎のス  
ロット割当時間の比率の平均を  $T_i$  とすると、 $r_i(n-1) = DRC_i$  又は0で  
あるから、 $f(r_i(n-1))$  の平均である  $R_i$  は近似的に次の式で表される。

【数40】

$$R_i \cong f(DRC_i) \cdot T_i + f(0) \cdot (1 - T_i) = f(DRC_i) \cdot T_i \quad (\text{ここでは } f(0) = 0 \text{ とする}) \quad \text{式(4)}$$

【0027】

式(3)、(4)から  $T_i$  を  $DRC_i$  で表すと次式になる。

【数41】

$$T_i = \frac{DRC_i}{C \cdot f(DRC_i)} \quad \text{式(5)}$$

【0028】

これより、移動機毎のスループットの相対的な指標  $S_i$  (相対スループットと  
する) は次のように表される。

【数42】

$$S_i = DRC_i \cdot T_i = \frac{DRC_i^2}{C \cdot f(DRC_i)} \quad \text{式(6)}$$

【 0 0 2 9 】

逆に、移動機  $i$  が受信可能な伝送レート  $DRC_i(n)$  が常に一定の値  $x$  であると想定したときの移動機の相対スループットの目標値を  $x$  に対する関数  $S(x)$  として設定したときに、式(6)は以下のようなになる。

【数 4 3】

$$S(x) = \frac{x^2}{C \cdot f(x)} \quad \text{式(7)}$$

【 0 0 3 0 】

これより  $f(x)$  を求めると以下のようなになる。

【数 4 4】

$$f(x) = \frac{C \cdot x^2}{S(x)} \quad \text{式(8)}$$

【 0 0 3 1 】

評価関数

【数 4 5】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

の分母  $R_i(n)$  算出式(2)の関数  $f()$  として、式(8)に示す  $f(x)$  を用いることにより、移動機の相対スループットの目標値を  $x$  に対する関数として設定した任意の  $S(x)$  を実現するような制御が可能となる。

【 0 0 3 2 】

$f(x)$  としては、例えば  $x$  に比例するスループットを目標として設定すると  $S(x) = x$  となり、式(8)から  $f(x) = C \cdot x$  ( $C$  は定数) とすればよいことになる。この例は、従来技術である Proportional Fairness 手法に相当し、移動機毎のスループットが移動機からの要求レートに単純に比例することを意味している。但しここで示した  $f(x) = C \cdot x$  は従来技術に相当することから本発明の範囲外であり、 $f(x) = C \cdot x$  以外の  $f(x)$  を用いることが本発明に相当する。

【 0 0 3 3 】

本発明に用いる  $f(x)$  の単純な例をあげると、目標スループットを  $x$  によらず一定にする場合、 $S(x) = 1$  とすればよいから、式(8)により  $f(x) = C \cdot x^2$  を用いればよい。その他いくつかの単純な場合について、 $S(x)$  と  $f(x)$  の対応を表 1 に例示する。

【表 1】

$S(x)$ と $f(x)$ の例	
$S(x)$	$f(x)$
1	$C \cdot x^2$
$\sqrt{x}$	$C \cdot x \sqrt{x}$
$x^2$	$C$
$x+a$	$\frac{C \cdot x^2}{x+a}$

【0 0 3 4】

本発明に用いる  $f(x)$  は、上述のように  $f(x) = C \cdot x$  以外のいかなる関数でもよいが、一般化した関数の形で表現した例を以下に示す。

【0 0 3 5】

たとえば相対スループットの目標値の関数  $S(x)$  が

【数 4 6】

$$S(x) = \frac{\sum_{j=1}^{N_1} g_j(x)}{\sum_{k=1}^{N_2} v_k(x)} \quad (g_j(x), v_k(x) \text{ は任意の関数}) \quad \text{式(9)}$$

と表されるとすると、式(8)から  $f(x)$  としては次式で表される関数を用いればよい。

【数 4 7】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} h_k(x)}{\sum_{j=1}^{N_1} g_j(x)} \quad (h_k(x) \equiv C \cdot x^2 \cdot v_k(x)) \quad \text{式(10)}$$

【0 0 3 6】

また更に

【数 4 8】

$$S(x) = \frac{\sum_{j=1}^{N_1} a_j \cdot x^{b_j}}{\sum_{k=1}^{N_2} e_k \cdot x^{f_k}} \quad (a_j, b_j, e_k, f_k \text{ は任意の定数}) \quad \text{式(11)}$$

と表されるとすると、式(8)から  $f(x)$  としては次式で表される関数を用いればよい。

【数 4 9】

$$f(x) = \frac{\sum_{k=1}^{N_2} c_k \cdot x^{d_k}}{\sum_{j=1}^{N_1} a_j \cdot x^{b_j}} \quad (c_k \equiv C \cdot e_k, d_k \equiv f_k + 2) \quad \text{式(12)}$$

【0037】

以上のように本発明によれば、評価関数

【数 5 0】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

の分母  $R_i(n)$  の算出式(2)の関数  $f()$  を任意に設定することにより、移動機からの要求レートに基づくダウンリンクパケット送信のスケジューリング（順序付け）を柔軟に設定できる。特に式(8)に基づいて関数  $f()$  を設定することにより、相対スループットが目標値になるようなスケジューリングを実現できる。

【0038】

【実施例 2】

更に具体的な例をいくつか示す。相対スループット目標値  $S(x)$  の最小値と最大値の比率を一定値以内とする一例として、

【数 5 1】

$$S(x) = S_0 \cdot \left(1 + K \cdot \frac{x}{DRC_{\max}}\right) \quad (K > -1, DRC_{\max} = DRC \text{ のとりうる最大値}) \quad \text{式(13)}$$

とすることが考えられる。これにより、 $K \geq 0$  の場合は、 $x$  が大きいほどスループットが高く、最大値と最小値の比率は  $K + 1$  以内となる。 $-1 < K < 0$  の場合

は、 $x$ が小さいほどスループットが高く、最大値と最小値の比率は

【数52】

$$\frac{1}{K+1}$$

以内となる。式(13)を式(8)に代入して $f(x)$ を求めると次式となる。

【数53】

$$f(x) = \frac{x^2}{S_0 C \cdot (1 + K \cdot \frac{x}{DRC_{\min}})} = \frac{x^2}{1 + K \cdot \frac{x}{DRC_{\min}}} \quad \text{式(14)}$$

( $S_0 C$ は任意の値をとりうるので、 $S_0 C = 1$ としている)

【0039】

尚、この式は、式(12)において $N_1 = 2$ ,  $b_1 = 0$ ,  $b_2 = 1$ ,  $N_2 = 1$ ,  $D_1 = 2$ と設定したのと同等である。

【0040】

評価関数

【数54】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

の分母 $R_i(n)$ の算出式(2)の関数 $f()$ として、式(14)に示す $f(x)$ を用いることにより、スループット $S_i$ の最小値と最大値の比率を $K+1$ 又は

【数55】

$$\frac{1}{K+1}$$

( $K$ は $-1$ より大きい任意の数値)以内に制御可能となる。

【0041】

移動機間のスループットの格差を柔軟に設定する別の例として、相対スループット目標値 $S(x)$ を、次式のように設定することも考えられる。

【数 5 6】

$$S(x) = S_0 \cdot x^{1+\alpha} \quad (\alpha \neq 0) \quad \text{式(15)}$$

【0042】

$\alpha < 0$ では、 $x$ が小さいほうがProportional Fairnessに比べてスループットが高めになる。即ち、移動機間でスループットの格差を縮小する方向に制御が行なわれる。逆に $\alpha > 0$ では、 $x$ が大きいほうでスループットが高めになる。即ち、移動機間でスループットの格差を拡大する方向に制御が行なわれる。

【0043】

式(15)を式(8)に代入して $f(x)$ を求めると次式となる。

【数 5 7】

$$f(x) = \frac{x^{1-\alpha}}{S_0 C} = x^{1-\alpha} \quad (\alpha \neq 0) \quad \text{式(16)}$$

( $S_0 C$ は任意の値をとりうるので、 $S_0 C = 1$ としている)

【0044】

尚、この式は、式(12)において $N_1 = 1$ ,  $b_1 = 0$ ,  $N_2 = 1$ ,  $d_1 \neq 1$ と設定したのと同様である。

【0045】

評価関数

【数 5 8】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

の分母 $R_i(n)$ の算出式(2)の関数 $f()$ として、式(16)に示す $f(x)$ を用いることにより、

(1)  $\alpha > 0$ で設定することにより、移動機から基地局に通知された最大伝送速度が高い移動機 $i$ のスループット $i$ を高くするようにダウンリンク送信タイミングを制御して、

(2)  $\alpha < 0$ で設定することにより、移動機から基地局に通知された最大伝送速

度が低い移動機  $i$  のスループット  $i$  を高くするようにダウンリンク送信タイミングを制御して、

移動機間でスループットの格差を拡大 (1) あるいは縮小 (2) する方向に、ダウンリンク送信のタイミングを任意に制御可能となる。

【0046】

更に別の例としては、スロット割当時間の比率  $T_i$  の最小値と最大値の比率を、一定値以内に制限するように  $S(x)$  を設定することも可能である。この場合は、移動機が受信可能な伝送レート  $x$  に対応するスロット割当時間の比率  $T_i$  を、 $x$  の関数  $T(x)$  として例えば次式のように設定すればよい。

【数59】

$$T(x) = T_0 \cdot \left(1 + L \cdot \frac{x}{DRC_{\max}}\right) \quad (L > -1, DRC_{\max} = DRC \text{ のとりうる最大値}) \quad \text{式(17)}$$

【0047】

これにより、 $L \geq 0$  の場合は、 $x$  が大きいほどスロット割当時間の比率が高くなり、最大値と最小値の比率は  $L + 1$  以内となる。 $-1 < L < 0$  の場合は、 $x$  が小さいほどスロット割当時間の比率が高くなり、最大値と最小値の比率は、

【数60】

$$\frac{1}{L+1}$$

以内となる。

【0048】

$T(x)$  が式(17)で表されるとき、相対スループット目標値  $S(x)$  は、式(5)から式(6)を導出したのと同様に

【数61】

$$S(x) = T_0 \cdot \left(1 + L \cdot \frac{x}{DRC_{\max}}\right) \cdot x \quad (L > -1, DRC_{\max} = DRC \text{ のとりうる最大値}) \quad \text{式(18)}$$

となり、即ち式(18)のように相対スループット目標値  $S(x)$  を設定すれば、式(17)に従ってスロット割当時間の比率  $T_i$  の最小値と最大値の比率を一定値以内に制限できることになる。



【 0 0 4 9 】

式(18)を式(8)に代入して  $f(x)$  を求めると次式となる。

【数 6 2】

$$f(x) = \frac{x}{T_0 C \cdot (1 + L \cdot \frac{x}{DRC_{\max}})} = \frac{x}{1 + L \cdot \frac{x}{DRC_{\max}}} \quad \text{式(19)}$$

( $T_0 C$  は任意の値をとりうるので、 $T_0 C = 1$ としている)

【 0 0 5 0 】

尚、この式は、式(12)において  $N_1 = 2$ ,  $b_1 = 0$ ,  $b_2 = 1$ ,  $N_2 = 1$ ,  $d_1 = 1$  と設定したのと同様である。

【 0 0 5 1 】

評価関数

【数 6 3】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

の分母  $R_i(n)$  の算出式(2)の関数  $f()$  として、式(19)に示す  $f(x)$  を用いることにより、スロット割当時間の平均  $T_i$  の最小値と最大値の比率を  $L + 1$  又は

【数 6 4】

$$\frac{1}{L+1}$$

( $L$  は  $-1$  より大きい任意の数値) 以内に制限するように制御できる。

【 0 0 5 2 】

ここまで  $f(x)$  の具体的な例をいくつか示してきたが、最初に述べたように、 $f(x)$  として  $f(x) = C \cdot x$  以外の関数を用いることが本発明の基本的な特徴であり、ここに例示していない  $f(x)$  を用いることを排除するものではない。

【 0 0 5 3 】

〔実施例 3〕

移動機を複数のクラスに分類して、それぞれのクラス毎に別個の関数を  $R_i(n)$  算出式(2)の  $f()$  として用いることにより、クラス毎にスループット等の格差

を設けることが可能となる。

【0054】

例えば移動機を2種類のクラス[1]、[2]に分類して、クラス[2]の移動機がクラス[1]の移動機のA倍のスループットとする制御を行う場合、クラス[1]の移動機のスループット $S_1$ とクラス[2]の移動機のスループット $S_2$ は、式(7)を元に次式で表せる。

【数65】

$$S_1(x) = \frac{x^2}{C \cdot f_1(x)} \quad S_2(x) = \frac{x^2}{C \cdot f_2(x)} \quad \text{式(20)}$$

【0055】

$A \cdot S_1 = S_2$ であるから、 $f_1(x)$ と $f_2(x)$ の関係は式(14)のようになる。

【数66】

$$f_2(x) = \frac{1}{A} \cdot f_1(x) \quad \text{式(21)}$$

(例えば Proportional Fairness 手法を前提とすると、 $f_1(x) = x$ 、 $f_2(x) = \frac{1}{A} \cdot x$ とすればよい。)

【0056】

評価関数

【数67】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

の分母 $R_i(n)$ の算出式(2)の関数 $f()$ として、式(21)に示す関係にある $f_1(x)$ 及び $f_2(x)$ を、クラス[1]及び[2]の移動機それぞれに用いることにより、クラス毎にスループットの格差を設ける制御が可能となる。

【0057】

更にクラス数を増やしてクラス[1]～[M]のMクラスある場合は、それぞれのクラスの移動機に対応する関数 $f()$ として、以下の関係にある $f_1(x)$ 、 $f_2(x)$ 、...、 $f_M(x)$ を用いることができる。

## 【数 6 8】

$$f_2(x) = \frac{1}{A_2} \cdot f_1(x)$$

$$f_3(x) = \frac{1}{A_3} \cdot f_1(x)$$

$$\vdots$$

$$f_M(x) = \frac{1}{A_M} \cdot f_1(x)$$

## 【0 0 5 8】

これにより、クラス [i] ( $i = 2 \sim M$ ) の移動機のスループットはクラス [1] の移動機のスループットの  $A_i$  倍となる。

## 【0 0 5 9】

以上のように移動機を複数のクラスに分類して、それぞれのクラス毎に別個の関数を  $R_i(n)$  算出式 (2) の  $f()$  として用いることにより、例えば特別クラスの移動機は一般クラスの移動機の 2 倍のスループットとなるように設定するなど、クラス毎にスループット等の格差を柔軟に設定することができる。

## 【0 0 6 0】

## 〔実施例 4〕

移動機の位置（移動機－基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角などを含む）あるいは移動速度に応じて、 $R_i(n)$  算出式 (2) の関数  $f()$  として異なる関数を用いることもできる。

## 【0 0 6 1】

例えば移動機と基地局の間の距離に応じて表 2 のような対応表を用意しておき、何らかの手段で移動機の位置を検出して、移動機－基地局間の距離を算出し、距離に対応する関数を同表から求めて関数  $f()$  として用いればよい。

## 【表 2】

移動機－基地局間の距離と関数  $f()$  の対応例

距離	0～100m	100～200m	200～400m	400～800m	800m 以上
関数 $f(x)$	$x$	$\frac{x}{2}$	$\frac{x}{3}$	$\frac{x}{4}$	$\sqrt{x}$

また関数  $f()$  が、移動機の位置（あるいは移動機－基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角など）を変数として含んでもよい。これは例えば

【数 6 9】

$$f(x, p, q) = \frac{x^2}{x + \sqrt{p^2 + q^2}}$$

のように、関数を表す式の中に、移動機の位置（あるいは移動機－基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角など）を示す変数（上記の例では  $p$ 、 $q$ ）が含まれることを意味する。この場合は検出した移動機の位置（あるいは移動機－基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角など）を関数式に代入した結果を  $R_i(n)$  算出式(2)の関数  $f()$  として用いればよい。上に例示した式において仮に移動機の位置が（基地局位置を原点と考えて） $p=300$ 、 $q=400$ （メートル）であったとすると、

【数 7 0】

$$f(x) = \frac{x^2}{x + \sqrt{300^2 + 400^2}} = \frac{x^2}{x + 500}$$

を  $R_i(n)$  算出式(2)において用いればよい。

【0 0 6 2】

移動機の移動速度に応じた関数  $f()$  を用いる場合及び移動機の位置と移動速度の両者に応じた関数  $f()$  を用いる場合も、同様の方法により  $R_i(n)$  算出式(2)の関数  $f()$  として用いる関数を移動機の移動速度（及び位置）に対応させて求めることができる。

【0 0 6 3】

以上のように、移動機の位置（あるいは移動機－基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角など）あるいは移動速度に応じた関数  $f()$  を用いることにより、例えば基地局から離れていてもスループットが低下しないようにしたり、移動速度が遅い移動機を優先するなど、移動機の位置（あるいは移動機－基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角など）あるいは移動速度に応じたダウンリンクパケット送信スケジューリングを柔軟に行なうことができる。

【 0 0 6 4 】

【実施例 5】

$R_i(n)$ 算出式(2)の関数  $f()$  を通信負荷に応じて変化させることもできる。

例えば基地局に同時に接続されている移動機数を通信負荷の尺度と考え、同時接続移動機数に応じて表 3 のような対応表を用意しておき、同時接続移動機数を求めて同時接続移動機数に対応する関数を同表から求めて関数  $f()$  として用いればよい。

【表 3】

同時接続移動機数と関数  $f()$  の対応例

同時接続 移動機数	1～5 台	6～10 台	11～20 台	21～30 台	31 台以上
関数 $f(x)$	$x$	$x^{1.25}$	$x^{1.5}$	$x^{1.75}$	$x^2$

【 0 0 6 5 】

また関数  $f()$  が、同時接続移動機数を変数として含んでいてもよい。これは例えば

【数 7 1】

$$f(x, p) = \frac{x^2}{x + r}$$

のように、関数を表す式の中に、同時接続移動機数を示す変数（上記の例では  $r$ ）が含まれることを意味する。この場合は検出した同時接続移動機数を関数式に代入した結果を  $R_i(n)$ 算出式(2)の関数  $f()$  として用いればよい。上に例示した式において同時接続移動機数が  $r = 23$ （台）であったとすると、

【数 7 2】

$$f(x) = \frac{x^2}{x + 23}$$

を  $R_i(n)$ 算出式(2)において用いればよい。

【 0 0 6 6 】

通信負荷の尺度としてトラヒックチャネルの使用率やその他の指標を用いて通信負荷に応じた関数  $f()$  を用いる場合も、同様の方法により  $T(x)$ 算出式(2)の

関数  $f()$  として用いる関数をトラフィックチャネル使用率等の通信負荷を示す指標に対応させて求めることができる。

## 【 0 0 6 7 】

また通信負荷の日時（時間帯、曜日、休日／祝日／平日等の別、季節など）による変動や気象状態（天候、気温、湿度など）による変動、交通状況（渋滞の程度、事故の有無など）による変動などがあらかじめわかっているあるいは推定できるときなどに、日時や気象状態や交通状況に応じて  $R_i(n)$  算出式(2)の関数  $f()$  を変化させることもできる。この場合も上述の通信負荷へ対応させる場合と同様に、日時や気象状態や交通状況と関数  $f()$  の対応表をあらかじめ用意しておき、対応表にしたがって関数  $f()$  を求めたり、あるいは関数  $f()$  に日時や気象状態や交通状況を変数として含ませておき、日時や気象状態や交通状況を関数式に代入した結果を  $R_i(n)$  算出式(2)の関数  $f()$  として求めればよい。

## 【 0 0 6 8 】

以上のように、通信負荷あるいは日時や気象状態や交通状況に応じた関数  $f()$  を用いることにより、例えば通信負荷の高いときは要求レートの低い移動機を優先するなど、通信負荷あるいは日時や気象状態や交通状況に応じたダウンリンクパケット送信スケジューリングを柔軟に行なうことができる。

## 【 0 0 6 9 】

## 〔実施例 6〕

基地局が複数存在し、それぞれの基地局において図 2 に示した処理を行なう場合に、 $R_i(n)$  算出式(2)の関数  $f()$  を基地局毎に独立に選定することもできる。

例えば 3 局の基地局（基地局 1 ～ 3）があるときに、以下のように異なる関数をそれぞれの基地局の処理における  $R_i(n)$  算出式(2)の関数  $f()$  として用いることができる。

## 【数 7 3】

$$\text{基地局 1 : } f(x) = \frac{x^2}{x+1000}$$

$$\text{基地局 2 : } f(x) = x$$

$$\text{基地局 3 : } f(x) = x^{1.5}$$

## 【0070】

またそれぞれの基地局において独立に、実施例 4, 5 に示したように移動機的位置・移動速度や通信負荷に応じて関数  $f()$  を変化させてもよい。例えば 3 局の基地局 (基地局 1 ~ 3) があるときに、以下のような関数をそれぞれの基地局の処理における  $R_i(n)$  算出式 (2) の関数  $f()$  として用いることができる。

基地局 1 : 移動機的位置 (座標  $p, q$ ) に応じて変化させる

## 【数 7 4】

$$f(x, p, q) = \frac{x^2}{x + \sqrt{p^2 + q^2}}$$

基地局 2 : 通信負荷 (同時接続移動機数  $r$ ) に応じて変化させる

## 【数 7 5】

$$f(x, p) = \frac{x^2}{x + r}$$

基地局 3 : 変化させない

$$f(x) = x^{1.5}$$

同様に、複数キャリアがパケット通信に用いられる場合に、キャリア毎あるいは基地局とキャリアの組み合わせ毎に関数  $f()$  を独立に選定することもできる。

## 【0071】

以上のように、関数  $f()$  を基地局毎あるいはキャリア毎あるいはそれらの組み合わせ毎に独立に選定することにより、例えば通信負荷が一時的に高くなる基地局においては通信負荷に応じた制御を行ったり、移動機の移動速度のばらつきが大きい基地局においては移動速度に応じた制御を行なうなど、基地局毎あるいはキャリア毎あるいはそれらの組み合わせ毎に適したダウンリンクパケット送信スケジューリングを柔軟に行なうことができる。

【0072】

前述した本発明の無線パケット通信システムの種々の実施形態は、本発明の技術思想及び見地の範囲の種々の変更、修正及び省略が、当業者によれば容易に行うことができる。前述の説明はあくまで例であって、何ら制約しようとするものではない。本発明は、特許請求の範囲及びその均等物として限定するものにのみ制約される。

【0073】

【発明の効果】

以上、詳細に説明したように、本発明によれば、評価関数

【数76】

$$Fi(n) = \frac{DRC_i(n)}{R_i(n)}$$

の分母  $R_i(n)$  の算出式(2)の関数  $f()$  を任意に設定することにより、移動機からの要求レートに基づくダウンリンクパケット送信のスケジューリング（順序付け）を柔軟に設定できる。特に式(8)に基づいて関数  $f()$  を設定することにより、相対スループットが目標値になるようなスケジューリングを実現できる。

【0074】

関数  $f()$  として、式(14)に示す  $f(x)$  を用いることにより、スループット  $S_i$  の最小値と最大値の比率を  $K+1$  又は

【数77】

$$\frac{1}{K+1}$$

( $K$  は  $-1$  より大きい任意の数値) 以内に制御可能となる。

【0075】

関数  $f()$  として、式(16)に示す  $f(x)$  を用いることにより、

(1)  $\alpha > 0$  で設定することにより、移動機から基地局に通知された最大伝送速度が高い移動機  $i$  のスループット  $i$  を高くするようにダウンリンク送信タイミングを制御して、



(2)  $\alpha < 0$  で設定することにより、移動機から基地局に通知された最大伝送速度が低い移動機  $i$  のスループット  $i$  を高くするようにダウンリンク送信タイミングを制御して、

移動機間でスループットの格差を拡大 (1) あるいは縮小 (2) する方向に、ダウンリンク送信のタイミングを任意に制御可能となる。

【0076】

関数  $f()$  として、式(19)に示す  $f(x)$  を用いることにより、スロット割当時間の平均  $T_i$  の最小値と最大値の比率を  $L+1$  又は

【数78】

$$\frac{1}{L+1}$$

( $L$  は  $-1$  より大きい任意の数値) 以内に制限するように制御できる。

【0077】

移動機を複数のクラスに分類して、それぞれのクラス毎に別個の関数を  $R_i(n)$  算出式(2)の  $f()$  として用いることにより、例えば特別クラスの移動機は一般クラスの移動機の2倍のスループットとなるように設定するなど、クラス毎にスループット等の格差を柔軟に設定することができる。

【0078】

移動機の位置 (あるいは移動機-基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角など) あるいは移動速度に応じた関数  $f()$  を用いることにより、例えば基地局から離れていてもスループットが低下しないようにしたり、移動速度が遅い移動機を優先するなど、移動機の位置 (あるいは移動機-基地局間の距離、基地局から見た移動機の方角など) あるいは移動速度に応じたダウンリンクパケット送信スケジューリングを柔軟に行なうことができる。

【0079】

通信負荷あるいは日時や気象状態や交通状況に応じた関数  $f()$  を用いることにより、例えば通信負荷の高いときは要求レートの低い移動機を優先するなど、通信負荷あるいは日時や気象状態や交通状況に応じたダウンリンクパケット送信スケジューリングを柔軟に行なうことができる。

【 0 0 8 0 】

関数  $f()$  を基地局毎あるいはキャリア毎あるいはそれらの組み合わせ毎に独立に選定することにより、例えば通信負荷が一時的に高くなる基地局においては通信負荷に応じた制御を行なったり、移動機の移動速度のばらつきが大きい基地局においては移動速度に応じた制御を行なうなど、基地局毎あるいはキャリア毎あるいはそれらの組み合わせ毎に適したダウンリンクパケット送信スケジューリングを柔軟に行なうことができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明によるシステム構成図である。

【図 2】

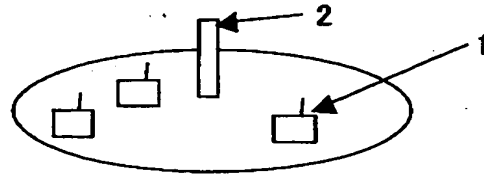
本発明によるフローチャートである。

【符号の説明】

- 1 移動機
- 2 基地局

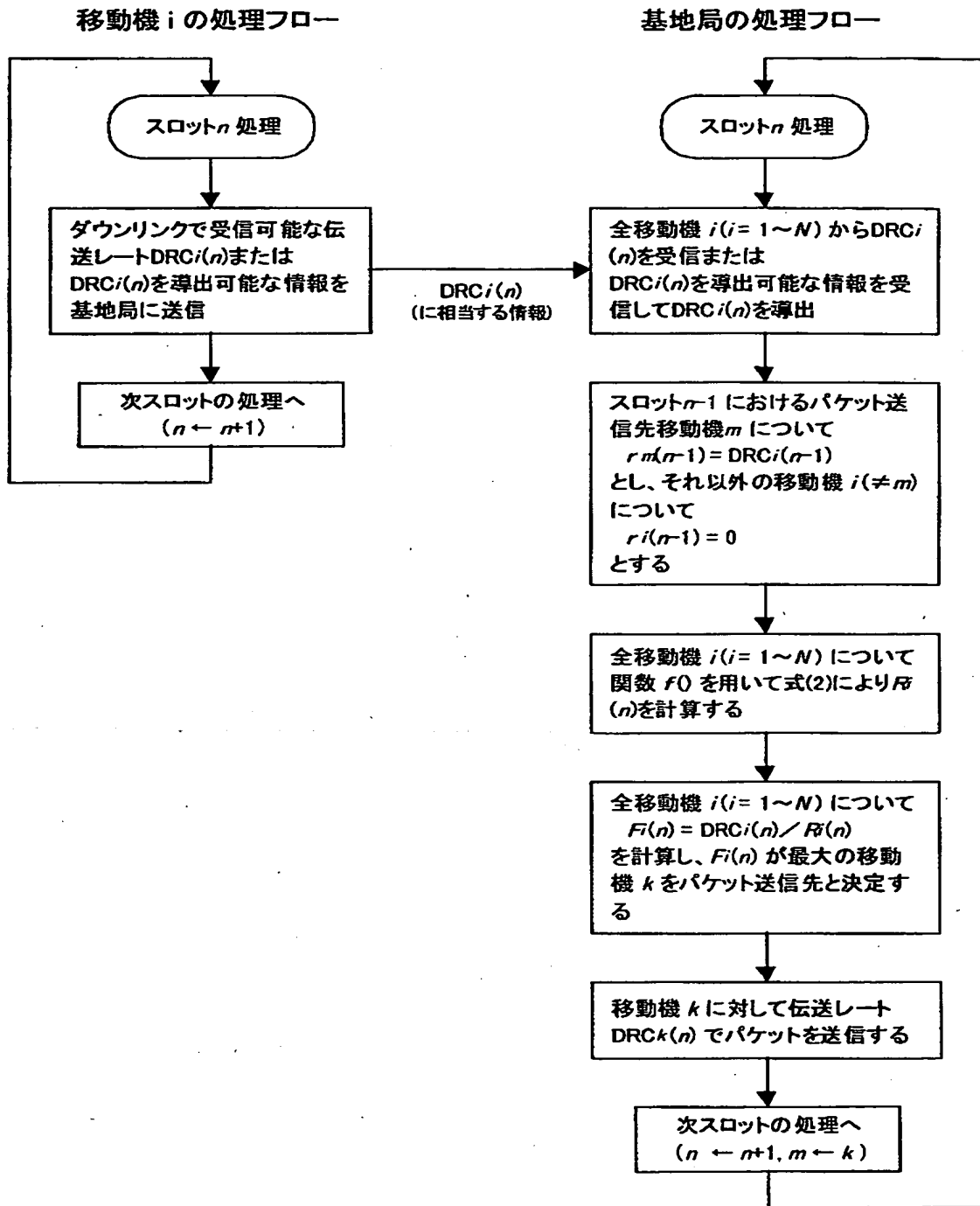
【書類名】 図面

【図 1】



システム構成図

【図 2】



処理フロー例

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 既存のProportional Fairness手法について、移動機間のスループット格差を柔軟に調整し、移動機間の優先度に応じた制御を行う無線パケット通信システム及び基地局を提供する。

【解決手段】 既存のProportional Fairness手法に、移動機間で、スループットの格差を制御する機能と、移動機をクラス分けして該クラス毎にスループットの格差を制御する機能とを追加することにより、実運用を想定した柔軟な運用を行う能力を付加したものである。

【選択図】 図 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000208891]

1. 変更年月日 2000年10月 5日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都千代田区一番町8番地  
氏 名 株式会社ディーディーアイ
2. 変更年月日 2001年 4月 2日  
[変更理由] 名称変更  
住 所 東京都新宿区西新宿二丁目3番2号  
氏 名 ケイディーディーアイ株式会社